

**SUPERSONIC MOTOR**

Patent Number: JP4091668  
Publication date: 1992-03-25  
Inventor(s): TSUKIMOTO TAKAYUKI; others: 01  
Applicant(s): CANON INC  
Requested Patent: ☐ JP4091668  
Application Number: JP19900206233 19900803  
Priority Number(s):  
IPC Classification: H02N2/00; H01L41/09  
EC Classification:  
Equivalents: JP2998978B2

---

**Abstract**

---

**PURPOSE:**To enlarge the energy accumulated in a vibrator to the maximum and lower vibrating frequency by providing a large diameter part at both ends or either end of the elastic body in the position outer than the node of a driving vibration mode.

**CONSTITUTION:**The figure shows the rough side elevation of the vibrator A, which comprises an elastic body and an electric-mechanical energy conversion element, and the diametrical (r direction) amplitude distribution of the vibration mode for driving, which is driven by the vibrator A. For the vibrator A, the outer ends a1 and a2 are thickened than the node position of the vibration mode for driving. By enlarging the diameters of both ends a1 and a2 outer than the node position of vibration, peculiar vibration can be lowered, and reversely the modal mass can be sharply increased. Hereby, the energy accumulated in the vibrator A can be enlarged to the maximum, and the efficiency of the motor can be improved, and also the driving can be stabilized.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

## ⑫ 公開特許公報(A) 平4-91668

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>H 02 N 2/00  
H 01 L 41/09

識別記号

C

庁内整理番号

6821-5H

④ 公開 平成4年(1992)3月25日

7376-4M H 01 L 41/08

C

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全6頁)

⑭ 発明の名称 超音波モータ

⑰ 特 願 平2-206233

⑱ 出 願 平2(1990)8月3日

⑲ 発 明 者 月 本 貴 之 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

⑳ 発 明 者 前 野 隆 司 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

㉑ 出 願 人 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号

㉒ 代 理 人 弁理士 本多 小平 外4名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

超音波モータ

## 2. 特許請求の範囲

- 1 棒状弾性体に配置した電気-機械エネルギー変換素子に交流電界を印加することによって、該弾性体に同形の屈曲モードの振動を異なる複数の平面内に時間的に適当な位相差を持たせて励起させ、以て該弾性体の表面粒子に円又は楕円運動を行なわしめ、該弾性体に押圧した移動体を摩擦駆動する超音波モータにおいて、

駆動振動モードの節よりも外側位置における該弾性体の両端部あるいはいずれか一方の端部に大径部あるいは高密度部を設けたことを特徴とする超音波モータ。

- 2 棒状弾性体に配置した電気-機械エネルギー変換素子に交流電界を印加することによって、該弾性体に同形の屈曲モードの振動

を異なる複数の平面内に時間的に適当な位相差を持たせて励起させ、以て該弾性体の表面粒子に円又は楕円運動を行なわしめ、該弾性体に押圧した移動体を摩擦駆動する超音波モータにおいて、

駆動振動モードの節よりも外側位置における該弾性体の両端部あるいはいずれか一方の端部と、駆動振動モードの腹位置に大径部を設けたことを特徴とする超音波モータ。

- 3 請求項1又は2の超音波モータを含む装置において、超音波モータの弾性体に押圧された摩擦駆動される部材から駆動力を得る出力部材を有することを特徴とする装置。

## 3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、圧電素子等の電気-機械エネルギー変換素子に電気エネルギーを供給することにより、電気-機械エネルギー変換素子をその厚み方向両側から挟持固定する棒状振動体を屈曲振動させ、その質点に円又は楕円運動させる

ことで、振動体に押圧した移動体を摩擦駆動する超音波モータに関するものである。

#### [従来の技術]

従来の超音波モータとしては、円環形状の金属性振動弾性体に進行性の曲げ振動を起し、摩擦力により移動体を駆動させるタイプの物がカメラのオートフォーカス(AF)機構等に採用されている。

しかし、このタイプの超音波モータは、振動弾性体をリング形状としているため、摩擦力を得るための加圧機構を含めたユニットとしてはコスト高の傾向にあり、中空性(リング状)を要求されることのない用途としてはコスト上不利な点があった。

そこで、ペンシル型等の棒状で、加圧系の構成が簡単なタイプの超音波モータとして、第11図及び第12図に示すようなモータが提案されている。

Aはペンシル型の振動子で、ペンシルの形状の前振動弾性体1と、円柱状の後振動弾性体2

V<sub>1</sub>は、例えば振幅及び周波数が共に同じで、時間的位相が90度のずれを有していると、振動子Aはその軸心を中心として縄飛びの縄のような円運動(以下縄飛び振動と称す)を行なうことになる。また、交流電圧V<sub>1</sub>、V<sub>2</sub>の位相を逆転することにより円運動の正逆回転が可能となる。

一方、Rは振動子Aの軸心Lと同軸に嵌合するロータで、その嵌合一端部が振動子の摺動部Bにバネ5のバネ力により押圧され、振動子Aに励起される振動により摩擦駆動されて回転する。バネ5はボルト6の先端部と、フランジ付きのスラストベアリング7に嵌合するバネボスト8との間に弾装されている。

#### [発明が解決しようとしている課題]

しかし、近年、製品の軽薄短小化の流れの中で、モータに対する小型化の要求は増している。このような状況の中、蓄積エネルギーの体積密度が大きい超音波モータへの期待は、大きく、特に上記の超音波モータは原理上小型化に

との間にドーナツ状の圧電素子板3、4を設けると共に、これら圧電素子板3、4に交流電圧を印加するための電極板(不図示)を例えば圧電素子板3、4の間に介挿し、ボルト6により前振動弾性体1と後振動弾性体2との間に圧電素子板3、4及び電極板を挟持固定する。

圧電素子板3、4は、例えば厚み方向の分極特性が異なる素子部を軸対称に形成し、その片面側に各素子部に対応して電極を設けると共に、他面側に共通電極を設けている。これら圧電素子板3、4は、例えば片面側を前振動弾性体1側に向け、且つ素子部を2分する軸を90度の角度ずらして配置している。

そして、電極板と前振動弾性体1との間に交流電圧V<sub>1</sub>を印加すると共に、電極板と後振動弾性体2との間に交流電圧V<sub>2</sub>を印加することにより、圧電素子板3の厚み方向における伸縮変位による振動と、圧電素子板4の厚み方向における伸縮変位による振動との合成により、振動子Aを振動させる。交流電圧V<sub>1</sub>と交流電圧

有利であり、短小化の要求が多い。

しかし、振動子の長さを短くすると曲げ振動の固有振動数は上がるため、モータを駆動するには、電気素子のエネルギー損失が増えるなど回路に対する負担も増え、電気系を含めた効率低下を招く。

また振動子への投入をエネルギーを一定とすると、振動子の発生する振動振幅が小さくなるため、移動体との接触部が、より高精度に加工されていないと、均一な接触が得られず、モータ出力が不安定となり、効率は劣化する。

さらに、振動子の長さを短くして振動数を下げるためには細くすればよいが、振動子に蓄積される振動エネルギーが小さくなり、外乱に対し振動状態が変化しやすくなり、振動子の制御がむずかしくなる。本発明の目的は、上記した従来の問題を解決し、振動子の蓄積エネルギーを最大限大きくし、振動周波数を下げることができる超音波モータを提供することにある。

## [課題を解決するための手段]

振動子を短かくして固有振動数を下げるためには、振動子を細くすればよいが、モーダル質量が減り、振幅を増やさねば蓄積エネルギーは減ってしまう。

一方、振幅はモータ回転数に概ね比例するため、モータの回転数スベックが決まっている場合、任意に設定することはできない。

したがって外乱に対して安定な振動を保つためにはモーダル質量の減少は最低減に保ちたい。

ところで、棒のたわみ関数を考えると、第1図に示すように、自由端（棒の端部）付近では、腹部付近にくらべ、直線に近いので、この部分では歪は小さい。又変位の大きい部分であるから太くしてもモーダルスティフネス $K$ の増加量より、モーダル質量 $M$ の増加量の方が大きい。

一方固有振動数は、 $\sqrt{\frac{K}{M}}$ で決まるから、振動子の端部を太くすると振動数は下げることがで

き、逆にモーダル質量を大幅に増加させることができる。

したがって、モーダル質量の低下を招くことなく駆動周波数を低くすることができ、モータ駆動用の回路系も含めたモータ効率を向上し、また駆動も安定する。

第3図は実施例2を示す。

第3図(a)に振動子Aは、第1図(b)に示す駆動用振動モードで駆動されるものであって、第1図(a)に示す振動子の大径両端部 $a_1, a_2$ に加えて振動腹部に大径部 $a_3$ を形成している。

本実施例は、第1図に示す実施例1に加えて大径部 $a_3$ を追加し、この大径部 $a_3$ の厚みがある厚み以下とすることにより、固有振動数をさらに低くすることができるようにしたものである。

第3図(b)に示す大径部 $a_3$ のA-A線に沿った断面の歪分布を第3図(c)に示す。第3図(c)において、大径部 $a_3$ の厚みがある厚み

きる。

なお、特開昭63-274377号に振動子の駆動原理の異なる振動棒について、中央部に凹部を設けたものが示されているが、太くなっている部分の長さがおよそ節位置より中央寄りにくると（この位置は太くなっている部分の径寸法により異なる）、振動数は逆に上がってしまう。

## [実施例]

第1図は本発明による超音波モータの実施例を示す。

第1図(a)は本実施例による振動子の概略側面図を示し、第1図(b)は振動子Aに記される駆動用振動モードの径方向（ $r$ 方向）振幅分布を示している。

振動子Aは、駆動用振動モードの節位置よりも外端側の端部 $a_1, a_2$ を太くしている。

すなわち、本実施例の振動子Aは、振動の節位置よりも外側の両端部 $a_1, a_2$ を大径部とすることにより、例えば第2図に示すように直径を一樣とする振動子A'と比較して、固有振動

以下では歪は殆んど根元付近にしか起こらない。このとき、大径部 $a_3$ は振動子の剛性よりも質量として大きく効き、固有振動数は下がる。

第4図は実施例3を示す。

本実施例は、実施例2に示す振動子Aの大径部 $a_3$ をロータRとの摩擦駆動部としたもので、大径部 $a_3$ にテーパ形状の摺動面Bを形成している。ロータRは、ベアリング7に設けたバネポスト8と振動子Aとの間に設けたバネ5のバネ力により、摺動面Bに押圧されている。

本実施例は、振動子Aの長さ方向中央部付近にロータRとの摺動面Bを設けているので、モータを小型化（短く）するのに有利である。

第5図は実施例4を示す。

本実施例は、実施例2に示す振動子Aの一方の端部 $a_1$ にロータRとの摺動面Bを設けたもので、傾斜面を内側に向けたテーパ形状の摺動面Bには矢印 $e$ で示す駆動力が発生する。

第4図及び第5図において、バネ5の振動子

Aへの取付部は、振動への影響を小さくするため、圧曲定在波の節近傍に設けている。

なお、第1図に示すタイプの振動子にロータRと接触する摺動面Bを設けた実施例を第6図、第7図に示す。

第6図に示す振動子は、一方の端部a<sub>1</sub>に第4図(a)に示す実施例と同様の摺動面Bを設け、第7図に示す振動子は、第5図(a)に示す実施例と同様に摺動面Bを設けている。

第6図に示す実施例は、従来例と同様の電圧印加方向により、圧電素子板3、4に電圧を印加しているが、第7図に示す実施例は、積層した4枚の圧電素子板d<sub>1</sub>、d<sub>2</sub>、d<sub>3</sub>、d<sub>4</sub>を並列に接続し、実質面積を増やすことにより、低電圧、例えば第6図に示す実施例の半分の電圧で同じ振幅を得ることができるようにしている。

第8図は実施例5を示す。

第1図に示す実施例は、振動子Aの両端部a<sub>1</sub>、a<sub>2</sub>を共にその振動の節よりも外側位置に設けたが、本実施例は一方の端部a<sub>1</sub>のみを

振動の節位置よりも外側に設けて固有振動数を下げる効果を持たせ、他方の端部a<sub>2</sub>を振動の節位置を越えて設けている。この場合、他方の端部a<sub>2</sub>では、固有振動数を下げる効果は得られないが、面積の大きな圧電素子板を配置することができるように長くしている。

第9図は実施例6を示す。

本実施例の振動子Aは、片端のみに大径の端部a<sub>1</sub>を設けたもので、細径部の周囲にロータRを配置したり、細径部に加圧系を設けることができ、小型化のメリットがある。

第10図は実施例7を示す。

本実施例は、前振動弾性体1及び後振動弾性体2の端部b<sub>1</sub>、b<sub>2</sub>を夫々内側の部材b<sub>3</sub>、b<sub>4</sub>よりも密度の大きい材料で形成したもので、振動子Aの両端部を実施例1のように大径とすることと同様の効果が得られ、前述した各実施例に比較して外形寸法を小さくすることができる。

第13図は、本発明によるモータを使用して

光学レンズの鏡筒を駆動する場合の構成例である。

9は移動体Rと同軸的に接合された歯車で、回転出力を歯車10に伝達し、歯車10と噛みあう歯車をもった鏡筒11を回転させる。

第7図は、本発明によるモータを使用して光学レンズの鏡筒を駆動する場合の構成例である。

9は移動体Rと同軸的に接合された歯車で、回転出力を歯車10に伝達し、歯車10と噛みあう歯車をもった鏡筒11を回転させる。

#### [発明の効果]

以上説明したように、本発明によれば、弾性体及び電気-機械エネルギー変換素子からなる振動子の蓄積エネルギーを最大限大きくし、固有振動数を小さくすることができ、モータの効率を向上させることができると共に、駆動の安定化を図ることができるといった効果が得られる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明による超音波モータの実施例1を示し、同図(a)は概略側面図、同図(b)は怪方向の振幅分布を示す図である。第2図は従来の超音波モータの振動子を示す概略図、第3図は実施例2を示し、同図(a)は概略側面図、同図(b)はその横断面図、同図(c)は同図(b)のA-A線に沿った断面の歪分布を示す図である。第4図は実施例3を示し、同図(a)は概略側面図、同図(b)はロータを取付けた状態を示す断面図である。第5図は実施例4を示し、同図(a)は概略側面図、同図(b)はロータを取付けた状態を示す断面図である。第6図及び第7図は実施例1の振動子に駆動用の摺動面を設けた実施例を夫々示す。第8図は実施例5を示し、同図(a)は振動子の概略側面図、同図(b)は怪方向の振幅分布を示す図である。第9図は実施例6を示す振動子の概略図である。第11図及び第12図は従来の振動子の斜視図及び縦断面図である。

第13図は、本発明の超音波モータを駆動源とする装置の図である。

- |                                      |                      |
|--------------------------------------|----------------------|
| 1 … 前振動弾性体                           | 2 … 後振動弾性体           |
| 3, 4 … 圧電素子板                         | 5 … バネ               |
| 7 … ベアリング                            | 8 … バネポスト            |
| A … 振動子                              | B … 摺動面              |
| a <sub>1</sub> , a <sub>2</sub> … 端部 | a <sub>3</sub> … 大径部 |
| 9 … ギア                               | 10 … 出力伝達部材          |
| 11 … 装置                              |                      |

代理人

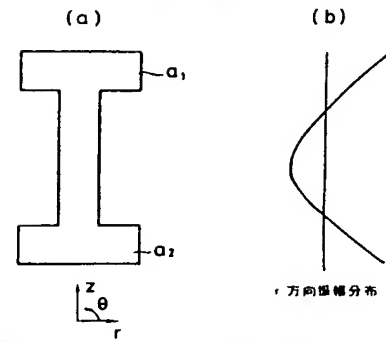
本 多

小 平

他 4 名

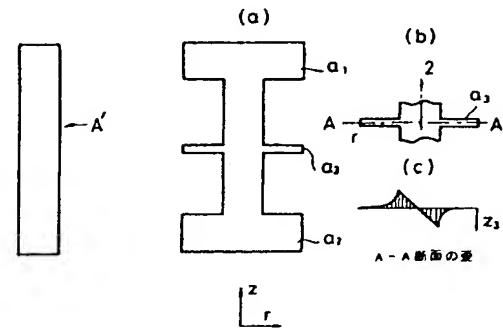


第 1 図

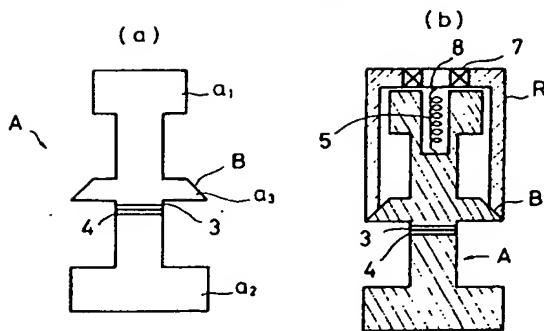


第 2 図

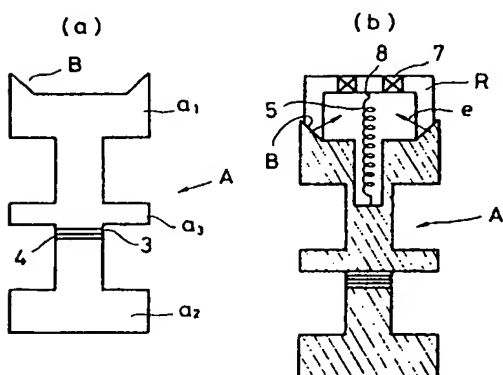
第 3 図



第 4 図

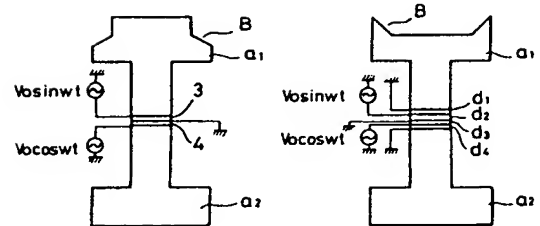


第 5 図



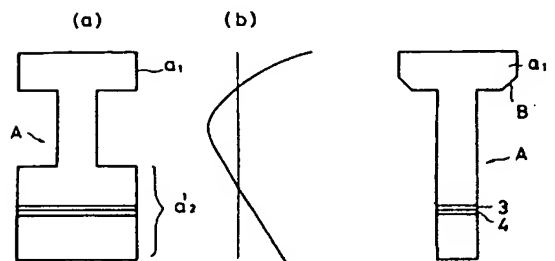
第 6 図

第 7 図

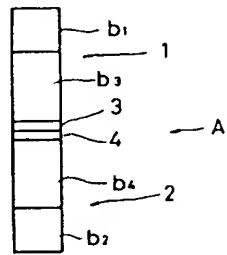


第 8 図

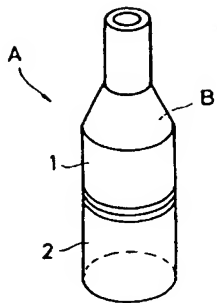
第 9 図



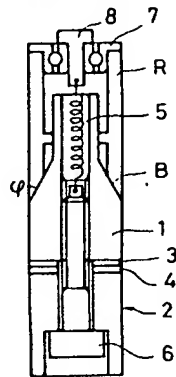
第 10 図



第 11 図



第 12 図



第 13 図

